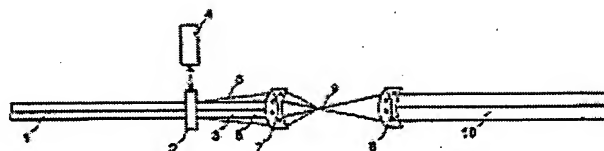


Interference prevention system for coherent light bundle

Patent number: DE19501525
Publication date: 1996-04-04
Inventor: DETER CHRISTHARD (DE)
Applicant: SCHNEIDER RUNDfunkWERKE AG (DE)
Classification:
- **international:** G02B27/48; G02B26/06; G02B5/00; G02F1/11; H04N5/74
- **europaean:** G02B26/06, G02B27/48, G02F1/11
Application number: DE19951001525 19950119
Priority number(s): DE19951001525 19950119

Abstract of DE19501525

The interference prevention system uses a phase plate (2) inserted in the path of the coherent light bundle (1) for introducing a relative phase shift which varies in time between one partial beam of the coherent light bundle and a second partial beam. The coherent light bundle is divided into a number of partial beams via respective zones of the phase plate, providing different phase shifts which are each greater than 2 wavelengths of the coherent light.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

This Page Blank (uspto)

[9]

2002 P03682



B7

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 195 01 525 C 1

⑤1 Int. Cl.⁸:
G 02 B 27/48
G 02 B 26/06
G 02 B 5/00
G 02 F 1/11
H 04 N 5/74

⑳ Aktenzeichen: 195 01 525.8-51
㉑ Anmeldetag: 19. 1. 95
㉒ Offenlegungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 4. 4. 96

DE 195 01 525 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉓ Patentinhaber:
Schneider Rundfunkwerke AG, 88842 Türkheim, DE

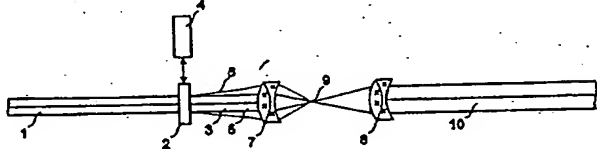
㉔ Vertreter:
Dr. Werner Geyer, Klaus Fehners & Partner, 80687
München

㉕ Erfinder:
Deter, Christhard, 07546 Gera, DE

㉖ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
EP 01 62 595 A
DE-Z.: »Optik« Bd. 70 (1985), S. 52-57;
US-Z.: »Optics Letters«, Vol.18 (1993), S.549-551;

㉗ Verfahren und Vorrichtung zum Vermindern von Interferenzen eines kohärenten Lichtbündels

㉘ Bei einem Verfahren zum Vermindern von innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls erfaßbaren Interferenzen eines kohärenten Lichtbündels (1) durch in diesem Zeitintervall bewirkte Phasenverschiebungen im Lichtbündel (1) ist vorgesehen, daß einem Teillichtbündel zeitlich variierend gegenüber einem anderen Teillichtbündel des Lichtbündels (1) mittels einer Phasenplatte (2) eine Phasenverschiebung aufgeprägt wird. Bei einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Beleuchtung einer Fläche mit einem kohärenten Lichtbündel (1) innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls mit einer Einrichtung zum Aufprägen von zeitlich variierenden Phasenverschiebungen innerhalb des Zeitintervalls auf das Lichtbündel (1) weist die Einrichtung eine im Strahlengang des Lichtbündels angeordnete Phasenplatte (2) auf, mit der einem Teillichtbündel relativ zu einem anderen Teillichtbündel des Lichtbündels (1) eine zeitlich variierende Phasenverschiebung aufprägbar ist.



DE 195 01 525 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Vermindern von innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls erfaßbaren Interferenzen eines kohärenten Lichtbündels mit vorgegebener Wellenlänge durch in diesem Zeitintervall über eine Phasenplatte bewirkte, zeitlich variierende Phasenverschiebungen im Lichtbündel. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Beleuchtung einer Fläche mit einem kohärenten Lichtbündel innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls mit einer im Strahlengang des Lichtbündels angeordneten Phasenplatte, mit der das Lichtbündel innerhalb des Zeitintervalls mit zeitlich variierenden Phasenverschiebungen beaufschlagbar ist.

Für Lichtzeiger bei Vorträgen mit Lichtbildern oder zur Beleuchtung eines Objekts in einem Mikroskop werden häufig Lichtbündel verwendet. Außerdem ist die technische Anwendung von gerasterten Lichtbündeln zur Darstellung eines Videobildes oder zur Erstellung eines Ausdrucks bei einem Laserdrucker über eine größere Fläche bekannt. Wegen der guten Parallelität und der damit möglichen guten Abbildungseigenschaften einzelner Bildpunkte werden dabei oft Laser-Lichtbündel eingesetzt.

Insbesondere Laserlicht zeichnet sich durch hohe zeitliche und räumliche Kohärenz aus. Deshalb entstehen bei Beleuchtung einer Fläche Interferenzen von beispielsweise an der beleuchteten Fläche gestreuten Teilstrahlen eines Laserlichtbündels. Aufgrund der Interferenzen entstehen räumlich unterschiedliche Leuchtdichten, die zudem bei unterschiedlichen Beobachtungsrichtungen wegen unterschiedlicher Phasenbeziehungen bei der Interferenz variieren. Diese Variation wird als Glitzern wahrgenommen und ist beispielsweise bei der Darstellung von Videobildern unerwünscht.

Derartige glitzernde Beleuchtungsstrukturen werden in der Literatur als "Speckle" bezeichnet. Sie können insbesondere auf zweierlei Weise beobachtet werden:

— Das an einer streuenden Oberfläche abgelenkte Licht wird bei einem Meßverfahren mittels einer Meßsonde aufgezeichnet. Das Meßergebnis vermittelt die sogenannten objektiven Speckle. Diese treten beispielsweise bei einem Laserdrucker auf, bei dem eine unterschiedliche Helligkeitsverteilung innerhalb eines Bildpunktes in einer photosensitiven Schicht aufgezeichnet wird.

— Das gestreute Laserlicht wird durch ein abbildendes System auf eine Bildfläche, beispielsweise die Netzhaut des menschlichen Auges eines Betrachters, abgebildet. Auf dieser Bildfläche erscheint das störende statistische Interferenzmuster mit in der Helligkeit verstärkten Bildelementen und dunkleren Bildelementen, bei denen sich das Licht mehr oder weniger auslöscht.

Aus der Literatur sind verschiedene Verfahren zur Reduzierung der Anzahl oder Helligkeit dieser störenden Speckle bekannt. Die Verfahren lassen sich grundsätzlich in die drei folgenden Kategorien einteilen:

- Verringerung der zeitlichen Kohärenz,
- Verringerung der räumlichen Kohärenz,
- schnelle Bewegung der Speckle, dadurch keine störende Speckelerscheinung.

Die zeitlichen Kohärenz soll gemäß B. Dingel und S.

Kawata, "Speckle — free image in a laser — diode microscope using the optical feedback effect", Optics Letters, April 1 (1993), Vol. 18, No. 7, Seiten 549—551, durch eine Modulation der Laserpumpleistung aufgehoben werden. Bei Gaslasern und bei diodengepumpten Festkörperlaseren ist eine solche Methode nicht realisierbar.

Die räumlichen Kohärenz wird beispielsweise gemäß S. Jutamulia und T. Asakura, "Reduction of coherent noise using various artificial incoherent sources", Optik 70 (1985), Seiten 52 bis 57, durch eine mit einem Vibrator bewegte Multimodefaser zur Lichtübertragung verringert. Aufgrund der Bewegung des Lichtleiters entstehen Phasenverschiebungen der im Lichtleiter geführten Lichtstrahlen durch Veränderung ihres Weges, so daß zeitlich unterschiedliche Modenmuster abgebildet werden, die sich bei Mittelung über ein bestimmtes Zeitintervall kompensieren sollen. Dieses bekannte Verfahren zur Verringerung der Speckle über die Bewegung des Lichtleiters ist aber lediglich geeignet, die unterschiedlichen Moden, die sich beim Durchgang des Laserlichts durch eine Multimodefaser einstellen, zeitlich zu variieren, so daß sich bei der Abbildung auf einer photoempfindlichen Schicht annähernd gleiche Helligkeiten ergeben, indem die verschiedenen Interferenzmuster der einzelnen Moden "verwischt" werden. Das aus der Lichtleitfaser austretende Licht ist aber immer noch teilkohärent, so daß sich nach Abbildung auf einem Schirm durch die Abbildung des Auges immer noch subjektive Speckle ergeben können.

Eine ebenfalls bekannte schnelle Bewegung der Speckle, beispielsweise so schnell, daß das Auge aufgrund seiner Trägheit die Speckle nicht mehr erfassen kann, läßt sich durch eine Bewegung der streuenden Oberfläche, beispielsweise des Bildschirms bei einem Videosystem, erreichen. Dadurch entsteht zwischen den Streuzentren und dem menschlichen Auge eine Relativbewegung. Die Speckleverteilung variiert dann auf der Netzhaut des Auges und wird verwischt. Dies ist in einem Videosystem, insbesondere bei großen Bildschirmen, allerdings nur mit großem Aufwand durchführbar. Außerdem ist dieses Verfahren für die Beleuchtung in einem Mikroskop nicht anwendbar, da das Objekt bei der Beobachtung ruhen soll.

Ein ähnlicher Effekt ergibt sich durch zeitliche Änderung eines Phasengitters, das eine mit der Wellenlänge vergleichbare Gitterkonstante aufweist, wodurch sich schnelle Winkeländerung des austretenden Strahlenbündels ergeben (EP 0 162 595 A1).

Man könnte allerdings in Umkehrung des Prinzips der bewegten Oberfläche den Laserstrahl mit kleiner Auslenkung relativ zur Bildwand bewegen. Überraschenderweise werden die Speckle dadurch nicht beeinflusst. Das läßt sich allerdings verstehen, wenn man berücksichtigt, daß der Laser eine ebene Wellenfront besitzt und durch das Auftreffen der quer bewegten Wellenfront keine Änderungen in der räumlichen bzw. zeitlichen Kohärenz relativ zur Bildfläche eintreten kann. Andererseits kommt das gestreute Laserlicht, das ja erst das Bild im Auge erzeugt von einem relativ zum Auge unbewegten Streuzentrum. Dadurch kann es nicht zu einer Relativbewegung und damit zu keiner Verringerung der Speckle auf der Netzhaut kommen.

Eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung der Anzahl oder der Helligkeit der Speckle besteht im Einbringen einer sich drehenden Streuscheibe in den Strahlengang. Da durch die Streuscheibe die gute Parallelität des Lichtbündels aufgehoben wird und gestreutes Laserlicht sich praktisch nicht wieder kollimieren läßt, ist die-

ses Verfahren mit einer sehr hohen Verlustleistung verbunden.

Hieraus ergibt sich, daß alle bisherigen Lösungen zur Problematik der Speckle unbefriedigend und insbesondere bei der Erzeugung von Videobildern unter Verwendung großer Bildschirme nicht einsetzbar sind. Insbesondere ist auch keine befriedigende Lösung für die Verminderung subjektiver Speckle, die erst auf der Netzhaut des Auges des Betrachters eines Videobildes entstehen, bekannt.

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu finden, die eine Reduzierung des Kontrastes subjektiver Speckle in einem Bild ohne wesentliche Verluste in der Laserleistung erlauben. Insbesondere soll das Verfahren auch bei einem Videosystem anwendbar und in einem ein Lichtbündel rasternden Videosystem ohne wesentliche Lichtverluste einsetzbar sein.

Die Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Lichtbündel (1) mittels der Phasenplatte (2) in Teillichtbündel unterschiedlicher Phasenverschiebung aufgespalten wird, wobei nebeneinanderliegende Teillichtbündel mehr als zwei Wellenlängen voneinander beabstandet sind.

Bei der Erfindung wird keine Lichtleitfaser verwendet, sondern statt dessen eine geeignete Phasenplatte eingesetzt. Phasenplatten sind in der Optik zur Phasenverschiebung von Lichtbündeln bekannt. Insbesondere verwendet man in der Optik häufig $\lambda/2$ -Platten, $\lambda/4$ -Platten und andere Platten für eine definierte Phasenverschiebung. Als Phasenplatte wird hier jedes definiert phasenverschiebende optische Element verstanden.

Phasenplatten statt der aus der Literatur bekannten Lichtleitfasern zu verwenden hat den Vorteil, daß Phasenverschiebungen definiert auf Teillichtbündel von Lichtbündeln aufgebracht werden können. Bei Lichtleitern lassen sich im wesentlichen nur verschiedene Moden intensitätsmäßig verändern.

Bei der erfindungsgemäßen Ausbildung der Phasenplatte lassen sich sogar subjektive Speckle verringern, da auf jedem Punkt der Netzhaut Licht mit definierten Kohärenzeigenschaften zeitlich so variiert wird, daß sich Interferenzmaxima und Interferenzminima innerhalb eines Zeitintervalles unterhalb der Zeitkonstanten der Trägheit des Auges zumindest teilweise auslöschen.

Da die Phasenplatte nur auf die Phasen von Teillichtbündeln wirkt und eine Streuung im Gegensatz zum Stand der Technik durch geeignete Ausbildung der Phasenplatte vermeidbar ist, wird die Intensität des Lichtbündels praktisch nur unwesentlich herabgesetzt.

Eine weitere Reduktion der Helligkeit oder Anzahl subjektiver Speckle wird gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens dadurch erzielt, daß im vorbestimmten Zeitintervall mindestens einem Teillichtbündel relativ zu einem anderen Teillichtbündel im Lichtbündel eine Phasenverschiebung von ungefähr einer halben Wellenlänge aufgeprägt wird.

Aufgrund dieser Phasenverschiebung um die halbe Wellenlänge lassen sich mindestens zwei Interferenzbilder erzeugen, deren erstes ein Interferenzminimum am Ort eines Interferenzmaximums des zweiten Interferenzbildes und umgekehrt aufweist. Da sich bei geeigneter zeitlicher Variation der Phasenverschiebung, insbesondere wenn beide Interferenzbilder gleich lang auf der Netzhaut abgebildet werden, die Strukturen in den

beiden Interferenzbildern vollständig aufheben, lassen sich subjektive Speckle sogar vollständig beseitigen.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung geht von einer gattungsgemäßen Vorrichtung aus und löst die zugrundeliegende Aufgabe dadurch, daß die Phasenplatte so ausgestattet ist, daß unterschiedliche Phasenverschiebungen auf nebeneinanderliegende Teillichtbündel aufprägar sind, deren Abstand größer als die doppelte Wellenlänge des kohärenten Lichts im Lichtbündel ist.

Die Vorrichtung enthält die beim obengenannten Verfahren eingesetzte Phasenplatte. Deshalb gelten die beim beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren genannten Vorteile auch für die Vorrichtung. Weiter läßt sich die Vorrichtung durch die geringe Anzahl von Bauelementen auch auf einfache und kostengünstige Weise fertigen und eignet sich somit besonders auch für die Massenproduktion von Videosystemen.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Vorrichtung wird die zeitlich variierende Phasenverschiebung über eine Anordnung zur Bewegung der Phasenplatte oder zur Erzeugung akustischer Wellen in der Phasenplatte und/oder auf einer ihrer im Strahlengang des Lichtbündels liegenden Oberfläche aufgeprägt.

Mit der genannten Bewegung werden zeitlich verschiedene Teillichtbündel phasenverschoben, so daß sich die unerwünschten Interferenzbilder auf einer Bildfläche, beispielsweise auf der Netzhaut, ausmitteln können. Bei einer Schwingungsanregung sorgen die verschiedenen Maxima und Minima von Dickenschwingungen bzw. von Oberflächenschwingungen für verschiedene Phasenverschiebungen. Wenn die Schwingung auch als Welle über die Phasenplatte läuft, werden wie bei der Bewegung der Phasenplatte unterschiedliche Teillichtbündel gegeneinander phasenverschoben, so daß derselbe Effekt der Überlagerung unterschiedlicher Teillichtbündel innerhalb eines Zeitintervalls erfolgt, das durch die Augenträgheit oder die Belichtungszeit beim Belichten einer photosensitiven Schicht gegeben ist. Wenn man die Kohärenz möglichst statistisch aufheben will, kann man zur Schwingungsanregung ein Piezokristall oder eine magnetisch bewegte Membran, wie bei einem Lautsprecher, verwenden, das oder die von einem Rauschgenerator angesteuert wird.

Beide Ausführungen zeigen, daß die Anordnung vorteilhafterweise sehr einfach aufgebaut ist und keine Schwierigkeiten für die Fertigung bereitet. Insbesondere wirkt sich dies für die Massenproduktion von Videogeräten günstig aus.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Phasenplatte und die Anordnung so ausgestaltet, daß sie Phasenverschiebungen um die halbe Wellenlänge zulassen und die Bewegung der Phasenplatte oder der Einkopplung akustischer Wellen in die Phasenplatte und/oder deren Oberfläche so ausführbar ist, daß sich im Zeitmittel innerhalb des bestimmten Zeitintervalls Interferenzmaxima und Interferenzminima auf einer durch das Lichtbündel beleuchteten Fläche kompensieren.

Wie schon oben bei einer Weiterbildung des Verfahrens erläutert wurde, lassen sich die Speckle durch zwei um die halbe Wellenlänge verschobene Interferenzbilder nicht nur reduzieren, sondern sogar vollständig beseitigen.

Üblicherweise lassen, abgesehen von Absorption, alle Stoffe einen Teilstrahl eines Lichtbündels durch und reflektieren einen Teilstrahl. Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß die Phasenplatte als reflektierende Umlenkung für das Lichtbündel ausgebil-

det ist. Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Phasenplatte für das Lichtbündel durchlässig.

Mit beiden Weiterbildungen wird der Lichtverlust durch einen unerwünschten Teilstrahl wirksam unterbunden. Die möglichst vollständige Reflexion oder Durchlässigkeit der Phasenplatte läßt sich beispielsweise durch dünne Schichten, wie aus der Vergütung von Linsen und Spiegeln bekannt, verwirklichen.

Eine erfindungsgemäße Phasenplatte kann man beispielsweise mit einer Glasplatte, durch die das Lichtbündel hindurchgeht, bzw. einen Spiegel zur Reflexion des Lichtbündels ausbilden, die bzw. der durch einen Schallschwinger als Bewegungsanordnung an der Oberfläche zur Schwingungen angeregt wird. Die so erzeugten Dikenschwingungen können bei geeigneter Frequenz und Amplitude die Phasenverschiebung einzelner Teilbündel des Lichtbündels zeitlich ändern, so daß die Speckle, wie oben beim Verfahren beschrieben, zum Verschwinden gebracht werden.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Vorrichtung ist dagegen vorgesehen, daß die Phasenplatte auf mindestens einer der Oberflächen, durch die das Lichtbündel hindurchgeht bzw. von der es reflektiert wird, eine phasenverschiebende Struktur aufweist, die abhängig vom Ort des Durchgangs bzw. der Reflexion der Teillichtbündel im Lichtbündel verschiedene Phasenverschiebungen erzeugt, und daß die Anordnung als Bewegungsanordnung für eine Bewegung der Phasenplatte zur Änderung des Orts des Durchgangs oder der Reflexion des Lichtbündels ausgestaltet ist.

Vorteilhafterweise ist bei dieser Weiterbildung ein größerer Freiheitsgrad für die Auslegung der Phasenplatte gegeben als bei der Schwingungsanregung. Während bei letzterer die Reduktion der Speckle auch von physikalischen, die Ausbreitung akustischer Wellen und Schwingungen bestimmender Parameter abhängig ist, läßt sich durch das Strukturieren der Phasenplatte eine beliebige definierbare Phasenverschiebung verschiedener Teillichtbündel erreichen, wie aus den weiter unten beschriebenen Weiterbildungen noch deutlicher wird.

Eine Bewegungsanordnung, wie sie bei der dargestellten Weiterbildung der Erfindung mit einer strukturierten Phasenplatte eingesetzt werden kann, könnte beispielsweise eine Dreh- oder Kippbewegung der Phasenplatte erzeugen.

Als besonders vorteilhaft hat sich jedoch eine Bewegungsanordnung gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung herausgestellt, bei der die Phasenplatte mittels der Bewegungsanordnung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Lichtbündels oszillierbar ist.

Damit lassen sich besonders schnelle und definierte Phasenverschiebungen erreichen. In einem Ausführungsbeispiel wurde beispielsweise als Bewegungsanordnung ein Piezokristall verwendet, der eine Bewegungsamplitude über 200 Mikrometer erzeugte. Bei den verwendeten phasenverschiebenden Strukturen auf der Phasenplatte von ungefähr 2 Mikrometern lassen sich somit selbst bei nur 10 Hz Anregungsfrequenz Phasenverschiebungen im Millisekundenbereich verwirklichen. Dieses Zahlenbeispiel zeigt weiter, daß man bei Anregungsfrequenzen im Kilohertzbereich und höher sogar Änderungsgeschwindigkeiten im Megahertzbereich erreichen kann. Diese Geschwindigkeiten sind für die meisten einleitend genannten Anwendungen ausreichend.

Bei Verwendung eines einfachen Schwingquarzes als Bewegungsanordnung ist vorteilhafterweise ein kaum nennenswerter Aufwand erforderlich, der bei einer

Kippbewegung oder einer Rotation der Phasenplatte mit ähnlicher Geschwindigkeit sehr hoch werden könnte. Deshalb eignet sich eine Vorrichtung gemäß dieser Weiterbildung vor allem für die Massenproduktion, wie sie zukünftig für Videosysteme mit gerasterten Lichtquellen zu erwarten ist.

Gemäß einer anderen bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist die phasenverschiebende Struktur der Phasenplatte ein Raster von Zonen auf, bei dem einige Zonen Phasenverschiebungen gegenüber den in anderen Zonen auftretenden Phasen verursachen, die um eine halbe Wellenlänge voneinander verschieden sind.

Aufgrund des Rasters lassen sich beispielsweise durch Masken- und Wafersteptechniken, wie sie beispielsweise aus der Halbleitertechnik bekannt sind, auch große Flächen mit kleinen phasenverschiebenden Strukturen kostengünstig versehen, wodurch eine Massenproduktion von Phasenplatten ermöglicht wird.

Außerdem ist bezüglich der Reduzierung von Spekkelanzahl oder Helligkeit vorteilhaft, daß sich mit solchen Techniken sehr kleine Strukturen für die Phasenverschiebungen herstellen lassen, also sehr viele Teillichtbündel bezüglich ihrer Kohärenzeigenschaften geändert werden können. Das heißt, eventuell vorhandene Restspeckle werden dann so klein, daß sie durch die durch Zäpfchen und Stäbchen in der Netzhaut gegebene Auflösung nicht mehr wahrnehmbar werden. Die Weiterbildung fördert damit auch die wirksame Reduktion von Speckle.

Dadurch, daß in den Zonen des Rasters Phasenverschiebungen der halben Wellenlänge erzeugt werden, läßt sich der oben näher beschriebene Effekt ausnutzen, daß sich die beiden aus der Phasenverschiebung ergebenden Interferenzbilder vollständig kompensieren, die Speckle also vollständig unterdrückt werden können.

Bei Videosystemen werden, wenn ein Farbbild erzeugt werden soll, mehrere, üblicherweise drei Lichtbündel mit unterschiedlichen Wellenlängen eingesetzt. Man könnte dann die vorher beschriebenen Phasenplatten, die im wesentlichen Phasenverschiebungen von einer halben Wellenlänge erzeugen, für jede Wellenlänge vor Zusammenführen der einzelnen Lichtbündel verschiedener Wellenlänge einsetzen.

Bei mehreren Wellenlängen im Lichtbündel sieht eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung vor, daß die phasenverschiebende Struktur auf der Phasenplatte für jede Wellenlänge Zonen für Phasenverschiebungen von einer halben Wellenlänge gegenüber anderen Zonen aufweist.

Damit läßt sich der Aufwand für ein Videosystem vorteilhaft auf ein Drittel reduzieren, indem für die Beseitigung der Speckle nur eine statt dreier Phasenplatten verwendet werden müssen.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind die Zonen gleicher Phasenverschiebungen auf der Phasenplatte nach einem statistischen Muster verteilt.

Dadurch werden größere Strukturen vermieden, mittels derer Interferenzmuster höherer Ordnung, also neue Speckle, entstehen könnten. Bei statistischer Anordnung phasenverschiebender Strukturen auf der Phasenplatte werden derartige Speckle vermieden.

Das statistische Muster läßt sich beispielsweise so erzeugen, daß beim Entwurf einer Phasenplatte für jede Zone mit Hilfe eines Randomgenerators bestimmt wird, ob diese Zone keine Phasenverschiebung oder eine Phasenverschiebung um die halbe Wellenlänge bei dem an diesem Ort aus- oder eintretenden Teillichtbündel ver-

ursachen soll. Bei mehreren Wellenlängen wird man auch die Wellenlänge zur Auslegung der betreffenden Zone mit Hilfe des Randomgenerators bestimmen.

Gemäß einer anderen bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Phasenplatte zur unterschiedlichen Phasenverschiebung der Teillichtbündel mit Erhebungen oder Schichten versehen.

Sowohl Erhebungen als auch dünne Schichten lassen sich für die Massenherstellung billig und definiert auf eine Phasenplatte aufbringen. Insbesondere sind chemisches Ätzen, Sputtertechniken oder Aufdampfen dafür geeignet. Vor allem können mit diesen Techniken sehr kleine Strukturen definiert und mit steilen Kanten hergestellt werden, was zum Verringern der Speckle mittels sehr fein strukturierter phasenverschiebender Strukturen ebenfalls förderlich ist.

Die genannten Erhebungen und dünnen Schichten ermöglichen auch eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung, bei der die Phasenverschiebung durch die Höhe der Erhebungen bzw. die Dicke der dünnen Schicht bestimmt ist.

Dadurch sind die physikalischen Effekte für die Phasenverschiebungen gut definiert und man kann mit einfachen Modellrechnungen bei der Auslegung der Phasenplatten die Reduktion der Speckle nachvollziehen, so daß die zu verwendende phasenverschiebende Struktur für die Fertigung von Phasenplatten beim Entwurf optimal auf die Vermeidung der Speckle ausgelegt werden kann. Diese Optimierung fördert ebenfalls in vorteilhafter Weise die Reduktion der Speckle.

Die gleichen Vorteile ergeben sich auch bei einer anderen Weiterbildung der Erfindung, bei der auf der Phasenplatte mehrere Schichten mit unterschiedlichen Brechzahlen vorgesehen sind, oder die Phasenplatte aus Schichten verschiedener Brechzahlen besteht.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung sind auf der Phasenplatte phasenändernde Erhebungen oder Schichten weniger als 10 Mikrometer und insbesondere weniger als 3 Mikrometer voneinander beabstandet. Dies ist vorteilhaft, da wegen dieser Bemessung sehr viele Strukturen zur Wirkung kommen, was besonders für die Aufhebung der räumlichen Kohärenz förderlich ist.

Bei der Bemessung der Abstände ist allerdings zu bedenken, daß Zonen in der Größenordnung einiger Wellenlängen selbst Quellen Huygenscher Kugelwellen sind. Deswegen dürfen die Strukturen auch nicht zu klein sein und nicht weniger als 2 Wellenlängen betragen, damit die Parallelität des ausgehenden Lichtbündels möglichst erhalten bleibt. Für die Praxis haben sich Zonenabmessungen im Bereich von 1,5 bis 2 Mikrometern als geeignet erwiesen.

Gemäß einer anderen bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist ein erstes optisches abbildendes System zum Erfassen des die Phasenplatte verlassenden Lichts vorgesehen. Mit diesem optischen System werden die eventuell an den Strukturen gebeugten Lichtstrahlen vereinigt und Verluste verringert.

Die Verluste werden insbesondere dann noch weiter verringert, wenn gemäß einer weitergehenden vorzugsweisen Weiterbildung der Erfindung das erste optische System das gesamte von der Phasenplatte kommende Lichtbündel erfaßt.

Gemäß einer vorzugsweisen Weiterbildung der Erfindung ist ein zweites optisches System, dessen lichteingangsseitiger Brennpunkt im lichteingangsseitigen Brennpunkt des ersten optischen Systems liegt, vorgesehen.

Damit entsteht durch die beiden optischen Systeme

ein afokales Linsensystem, also ein Linsensystem, welches das Lichtbündel im wesentlichen nur bezüglich der Winkeldivergenz des von der Phasenplatte ausgehenden Lichts beeinflusst. Die Parallelität des Hauptstrahles bleibt dann erhalten.

Die Erfindung ist vor allem in einem Videosystem vorteilhaft anwendbar. Vor allem in diesem treten die als störend empfundenen subjektiven Speckle auf. Die Anwendung des Verfahrens erlaubt im Gegensatz zum zitierten Stand der Technik sogar eine vollständige Auslöschung der Speckle, ohne daß wie bei der rotierenden Streuscheibe wesentliche Lichtverluste auftreten.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erzeugung eines Videobildes mittels einer Rastereinrichtung zum bild- und zeilenmäßigen Rastern eines mit einem Videosignal modulierten Lichtbündels auf einem Schirm ist die Phasenplatte bezüglich des Strahlengangs des Lichtbündels vor der Rastereinrichtung angeordnet.

Bei einer derartigen Anordnung befindet sich die Phasenplatte in einem Bereich, in dem das Lichtbündel senkrecht zur Ausbreitungsrichtung sehr schmal ist. Dadurch ergibt sich gegenüber einer Anordnung der Phasenplatte hinter der Rastereinrichtung ein wesentlich verringerter Aufwand.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung beispielshalber noch näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Verringerung von Speckle,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Phasenplatte mit phasenverschiebender Struktur in Seitenansicht, die in der Vorrichtung von Fig. 1 einsetzbar ist,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Phasenplatte mit einer anderen phasenverschiebenden Struktur als in Fig. 2 für Lichtbündel mit drei verschiedenen Wellenlängen,

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer anderen Phasenplatte als in Fig. 2 oder 3, bei der über unterschiedliche Brechungsindizes eine Phasenverschiebung erreicht wird,

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer phasenverschiebenden Struktur in Draufsicht,

Fig. 6 ein anderes Ausführungsbeispiel als in Fig. 1, bei der das Licht in eine Lichtleitfaser eingekoppelt ist,

Fig. 7 ein anderes Ausführungsbeispiel als in Fig. 6, bei dem sich die Phasenplatte zwischen einem Linsensystem und einer Lichtleitfaser befindet,

Fig. 8 ein Ausführungsbeispiel mit einer reflektierenden Phasenplatte.

Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt eine Vorrichtung, bei der ein Lichtbündel 1 auf eine Phasenplatte 2 einfällt, auf deren Austrittsfläche des Lichtbündels eine phasenverschiebende Struktur 3 aufgebracht ist. Diese verändert die relativen Phasen von Teillichtbündeln des Lichtbündels 1. Die phasenverschiebende Struktur 3 wird später, bezugnehmend auf die Fig. 2 und 3, im Detail dargestellt.

An die Phasenplatte 2 ist eine Bewegungsanordnung 4 gekoppelt, welche die Phasenplatte 2 senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Lichtbündels 1 so bewegt, daß zeitlich variierend verschiedene Teillichtbündel im Lichtbündel 1 eine unterschiedliche relative Phasenverschiebung beim Durchgang durch die Phasenplatte 2 erfahren.

Die Vorrichtung gemäß Fig. 1 wurde bei einem Videosystem eingesetzt, bei dem das Lichtbündel mit der Videoinformation moduliert wurde und mechanisch zur Erzeugung eines Fernsehbildes über einen Schirm gera-

stert wurde. Sie befand sich dabei zwischen einer Rastereinrichtung und einer Einrichtung zur Modulation des Lichtbündels 1.

Zur Verminderung der Anzahl von Speckle und deren Helligkeit wurde die Phasenplatte 2 durch die Bewegungsanordnung 4 zu schnelleren Oszillationen als 10 Hz angeregt. Diese Frequenz ist dafür ausreichend, daß die Augenträgheit die Bewegung der Phasenplatte 2 nicht mehr empfindet, so daß bei unterschiedlicher Position der Phasenplatte 2 auftretende Interferenzbilder ausgemittelt werden. Dadurch können die Speckle reduziert werden.

Die phasenverschiebende Struktur 3 auf der Phasenplatte 2 hatte bei dieser Anwendung Strukturen in der Größe von 1,5 Mikrometern bis 2 Mikrometern. Die Phasenplatte wurde mittels der Bewegungsanordnung 4 über Abstände von 200 Mikrometer periodisch ausgelenkt. Innerhalb einer Periode werden also noch 100mal mehr Phasenverschiebungen durchgeführt als für die Trägheit des Auges notwendig ist. Praktische Versuche haben gezeigt, daß diese schnellen Phasenverschiebungen im Lichtbündel 1 zur Beseitigung der Speckle in einem Videosystem völlig ausreichen.

Für die Bewegungsanordnung 4 wurde im Ausführungsbeispiel ein Piezokristall eingesetzt, der sogar noch wesentlich schnellere Schwingungen zuläßt. Höhere Frequenzen können beispielsweise bei der Photographie zweckmäßig sein, bei der die Belichtungszeit das Zeitintervall bestimmt, in der die unerwünschten Interferenzbilder erfaßt werden.

Das Lichtbündel 1 tritt hinter der Phasenplatte 2 wieder aus. An den kleinen Strukturen in der phasenverschiebenden Struktur 3 wird das Lichtbündel 1 aber auch durch Beugung abgelenkt, so daß nicht nur ein Lichtbündel 5 aus der Phasenplatte 2 austritt, sondern auch eine zusätzliche Beugungsintensität 6 entsteht. Damit die Lichtintensität im Beugungsbild 6 für die Erzeugung eines Videobildes nicht verlorengeht, sind im Ausführungsbeispiel ein erstes optisches System 7 und ein zweites optisches System 8 vorgesehen. Das erste optische System ist dabei so ausgelegt, daß es nahezu den vollen Winkel des Beugungsbildes 6 erfaßt.

Der bildseitige Brennpunkt des ersten optischen Systems 7 liegt an dem gleichen Ort 9 wie der objektseitige Brennpunkt des zweiten optischen Systems 8. Durch die beiden optischen Systeme 7 und 8 wird so ein afokales Linsensystem gebildet, bei dem ein einfallendes paralleles Lichtbündel 1 wieder als paralleles Lichtbündel 10 ausfällt. Gleichzeitig ist aber auch das Licht im Beugungsbild teilweise parallelisiert, so daß ein aus der Vorrichtung nach Fig. 1 parallel auslaufendes Lichtbündel 10 nahezu die gleiche Intensität wie das einlaufende Lichtbündel 1 hat.

Die im Ausführungsbeispiel von Fig. 1 verwendete Phasenplatte 2 besteht aus Glas. Ihre phasenverschiebende Struktur 3 ist in Fig. 2 gezeigt. Auf der Phasenplatte 2 befinden sich zur Ausbildung der phasenverschiebenden Struktur Erhebungen 12. Diese können durch chemisches Ätzen oder Sputterätzen durch eine Maske oder aber auch durch Deposition dünner Schichten, beispielsweise durch Aufdampfen, aufgebracht werden. Im Ausführungsbeispiel wurden die Erhebungen 12 durch Ätzen der Oberfläche der Phasenplatte 2 erzeugt.

Die Erhebungen 12 betragen eine halbe Wellenlänge. Auf dem Bildschirm bzw. auf der Netzhaut des Auges werden deswegen zwei Interferenzbilder entgegengesetzter Phase gebildet, die durch die Bewegung der Phasenplatte mittels der Bewegungsanordnung 4 entstehen

und aufgrund der Trägheit des Auges ausgemittelt werden. Da die beiden Interferenzbilder sich gegenseitig ergänzen, können so die Speckle vollständig ausgelöscht werden.

Während in Fig. 2 das Prinzip für nur eine Wellenlänge gezeigt ist, müssen dagegen bei einem Farbvideobild drei Laserwellenlängen für die einzelnen Farben unterschiedlich zur Interferenz gebracht werden. Dazu dient eine Phasenplatte 2 mit einer in der Fig. 3 gezeigten phasenverschiebenden Struktur 3. Statt wie im vorangehenden Beispiel die Erhebungen 12 für eine einzelne Wellenlänge herauszuätzen, sind hier drei verschiedene Ätztiefen für drei verschiedene Wellenlängen λ_1 , λ_2 und λ_3 vorgesehen, die jeweils ein Teillichtbündel um die halbe Wellenlänge verschieben. Damit gleichmäßige Strukturen, die ein neues Interferenzbild erzeugen könnten, vermieden werden, sind die Vertiefungen für die unterschiedlichen Wellenlängen ungleichmäßig über die Oberfläche der Phasenplatte verteilt. Für die Auslegung der Ätzmasken wurde für das Ausführungsbeispiel ein statistisches Muster verwendet, das gleichmäßige Strukturen weitgehend ausschließt.

Die Phasenplatte 2 gemäß Fig. 3 ist zur Reduktion von Speckle bezüglich Anzahl und Helligkeit bei Licht dreier verschiedener Wellenlängen geeignet. Allerdings sind auch Phasenverschiebungen von Licht einer Wellenlänge um die Hälfte einer anderen Wellenlänge möglich. Für spezielle Anwendungen, bei der die Speckle noch besser ausgelöscht werden sollen, sind kompliziertere Phasenplatten 2 zweckmäßig, deren phasenverschiebende Struktur 3 dann am besten mit einem Rechner optimiert wird. Für den genannten Anwendungsfall bei einem Videosystem wurden jedoch mit einer Phasenplatte gemäß Fig. 3 schon außerordentlich gute Ergebnisse erzielt.

Fig. 4 zeigt eine phasenverschiebende Struktur mit etwas unterschiedlichem Aufbau. Während in den Beispielen von Fig. 2 und Fig. 3 eine Phasenverschiebung durch unterschiedliche Weglängen im Glas realisiert wurde, zeigt Fig. 4 ein Beispiel für eine phasenverschiebende Struktur 3, bei der die Phasenverschiebungen mittels Schichten unterschiedlicher Brechungsindizes n_1 , n_2 , n_3 erzeugt werden. Derartige Schichten lassen sich beispielsweise auf eine Phasenplatte 2 aufdampfen. Die Dimensionierung und Fertigung derartiger Schichten ist aus der Vergütung von Linsen und Spiegeln bekannt.

Während die Fig. 2 bis 4 die Seitenansichten von phasenverschiebenden Strukturen 3 zeigten, ist in Fig. 5 eine Aufsicht dargestellt. In Fig. 5 ist zu erkennen, daß zur Herstellung ein aus rechteckigen Zonen 14 gebildetes Raster 16 vorgegeben wird. Die Ätztiefen oder die aufzubringenden dünnen Schichten für die einzelnen Phasenverschiebungen unter Berücksichtigung der Wellenlängen in den Zonen wurde nach einem statistischen Muster vorgenommen. In Fig. 5 sind nur 3 dünne Schichten mit unterschiedlichen Brechungsindizes n_1 , n_2 , n_3 im Raster 16 angedeutet.

Fig. 6 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel als in Fig. 1. Das zweite optische System 8 kann hier entfallen, da das Licht durch das erste optische System 7 direkt in eine Glasfaser 16 eingekoppelt wird, wobei ein sehr paralleler Strahl wegen der damit verbundenen Lichtverluste unerwünscht ist.

Eine ähnliche Anordnung ist auch in Fig. 7 gezeigt, jedoch befindet sich dort die Phasenplatte 2 zwischen dem ersten optischen System 7 und der Glasfaser 16.

Während die vorhergehenden Beispiele durchsichtige

Phasenplatte 2 zeigt, ist in Fig. 8 ein Ausführungsbeispiel dargestellt, in der die phasenverschiebende Struktur 3 reflektierend ausgebildet wurde. Das Lichtbündel 1 wird dabei durch die Phasenplatte 2 umgelenkt.

Die vorangehenden Beispiele zeigen erfindungsgemäße Vorrichtungen, die das erfindungsgemäße Verfahren zur Unterdrückung von Speckle einsetzen. Zur Erläuterung wurden nur vereinfachte Beispiele gezeigt. Wie vorstehend ausgeführt, kann die phasenverschiebende Struktur noch besser mit Hilfe einer Nachbildung von Interferenzbildern in einem Rechner optimiert werden.

Die erfindungsgemäße Phasenplatte 2 ist, wie vorhergehend schon angesprochen wurde, auch durch andere Möglichkeiten als die phasenverschiebende Struktur 3 verwirklichtbar. Es ist beispielsweise auch möglich, Schallwellen in eine als Phasenplatte 2 wirkende Glasplatte einzukoppeln, so daß durch die Oberflächenwellen eine der Fig. 2 ähnliche Struktur entsteht. Wenn die Glasplatte so dimensioniert ist, daß sich die Welle schnell über die Oberfläche bewegt, läßt sich auch die gesamte Platte bewegend Bewegungsanordnung 4 vermeiden. Als einzige Anordnung muß nur ein Generator zur Erzeugung von Schallwellen, wie ein Piezokristall oder eine magnetisch angeregte Membran vorgesehen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Vermindern von innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls erfaßbaren Interferenzen eines kohärenten Lichtbündels (1) mit vorgegebener Wellenlänge durch in diesem Zeitintervall über eine Phasenplatte (2) bewirkte, zeitlich variierende Phasenverschiebungen im Lichtbündel (1), dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtbündel (1) mittels Zonen in der Phasenplatte (2) in Teillichtbündel unterschiedlicher Phasenverschiebung aufgespalten wird und daß die Zonen konstanter Phasenverschiebung jeweils größer als zwei Wellenlängen sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im vorbestimmten Zeitintervall mindestens einem Teillichtbündel relativ zu einem anderen Teillichtbündel im Lichtbündel (1) eine Phasenverschiebung einer halben Wellenlänge aufgebracht wird.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 zur Beleuchtung einer Fläche mit einem kohärenten Lichtbündel (1) innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls mit einer im Strahlengang des Lichtbündels angeordneten Phasenplatte (2), mit der das Lichtbündel (1) innerhalb des Zeitintervalls mit zeitlich variierenden Phasenverschiebungen beaufschlagbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenplatte (2) so ausgestaltet ist, daß unterschiedliche Phasenverschiebungen auf nebeneinanderliegende Teillichtbündel aufprägbare sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Aufprägung der zeitlich variierenden Phasenverschiebung eine Anordnung zur Bewegung der Phasenplatte (2) oder zur Erzeugung akustischer Wellen in der Phasenplatte (2) und/oder auf einer ihrer im Strahlengang des Lichtbündels liegenden Oberfläche vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenplatte (2) und die Anordnung (4) so ausgestaltet sind, daß sie Phasenver-

schiebungen um die halbe Wellenlänge zulassen und die Bewegung der Phasenplatte (2) oder der Einkopplung akustischer Wellen in die Phasenplatte (2) und/oder deren Oberfläche so ausführbar ist, daß sich im Zeitmittel innerhalb des bestimmten Zeitintervalls Interferenzmaxima und Interferenzminima auf einer durch das Lichtbündel (1) beleuchteten Fläche kompensieren.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenplatte (2) als reflektierende Umlenkung für das Lichtbündel (1) ausgebildet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenplatte (2) für das Lichtbündel (1) durchlässig ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenplatte (2) auf mindestens einer der Oberflächen, durch die das Lichtbündel hindurchgeht bzw. von der es reflektiert wird, eine phasenverschiebende Struktur (3) aufweist, die abhängig vom Ort des Durchgangs bzw. der Reflexion der Teillichtbündel im Lichtbündel (1) verschiedene Phasenverschiebungen erzeugt, und daß die Anordnung als Bewegungsanordnung (4) für eine Bewegung der Phasenplatte (2) zur Änderung des Orts des Durchgangs oder der Reflexion des Lichtbündels (1) ausgestaltet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenplatte (2) mittels der Bewegungsanordnung (4) senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Lichtbündels (1) oszillierbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die phasenverschiebende Struktur (3) der Phasenplatte (2) ein Raster (16) von Zonen (14) aufweist, bei dem einige Zonen (14) Phasenverschiebungen gegenüber den in anderen Zonen (14) auftretenden Phasen verursachen, die um eine halbe Wellenlänge voneinander verschieden sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10 für Lichtbündel mit einer Vielzahl von Wellenlängen, dadurch gekennzeichnet, daß die phasenverschiebende Struktur (3) auf der Phasenplatte (2) für jede Wellenlänge Zonen (14) für Phasenverschiebungen von einer halben Wellenlänge gegenüber anderen Zonen (14) aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Zonen (14) gleicher Phasenverschiebungen auf der Phasenplatte (2) nach einem statistischen Muster verteilt sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenplatte (2) zur unterschiedlichen Phasenverschiebung der Teillichtbündel mit Erhebungen (12) oder Schichten versehen ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenverschiebung durch die Höhe der Erhebungen (12) bzw. die Dicke der Schichten bestimmt ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Phasenplatte (2) mehrere Schichten mit unterschiedlichen Brechzahlen vorgesehen sind oder daß die Phasenplatte (2) aus Schichten verschiedener Brechzahlen besteht.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Phasenplatte (2) phasenändernde Erhebungen (14) oder

Schichten weniger als 10 Mikrometer und insbesondere weniger als 3 Mikrometer voneinander beabstandet sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 16, gekennzeichnet durch ein erstes optisches abbildendes System (7) zum Erfassen des die Phasenplatte (2) verlassenden Lichts (5, 6).

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das erste optische System (7) das gesamte von der Phasenplatte (2) kommende Lichtbündel (5, 6) erfaßt.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, gekennzeichnet durch ein zweites optisches System (8), dessen lichteingangsseitiger Brennpunkt im lichteingangsseitigen Brennpunkt des ersten optischen Systems (7) liegt.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19 zur Erzeugung eines Videobildes mittels einer Rastereinrichtung zum bild- und zeilenmäßigen Rastern eines mit einem Videosignal modulierten Lichtbündels (1) auf einem Schirm, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenplatte (2) bezüglich des Strahlengangs des Lichtbündels (1) vor der Rastereinrichtung angeordnet ist.

21. Anwendung des Verfahrens oder der Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche bei einem Videosystem.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

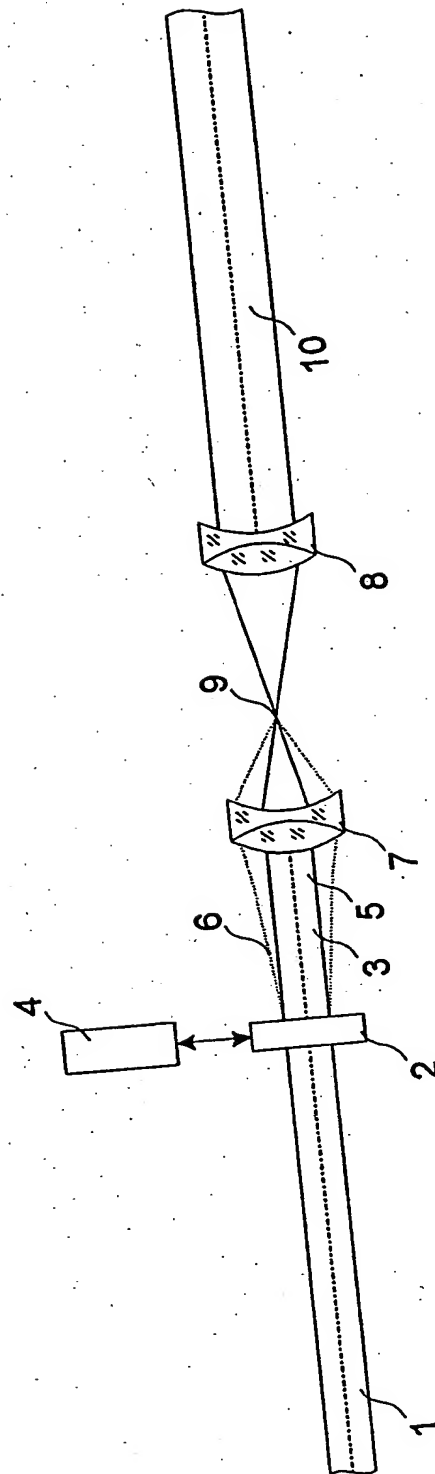


Fig. 1

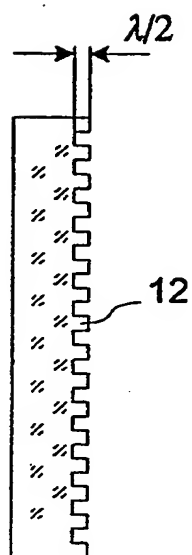


Fig. 2

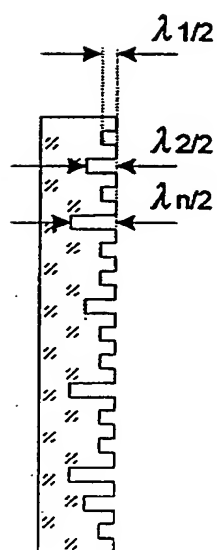


Fig. 3

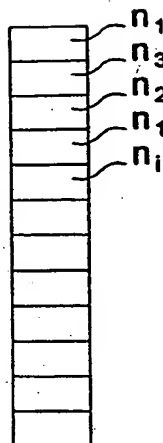


Fig. 4

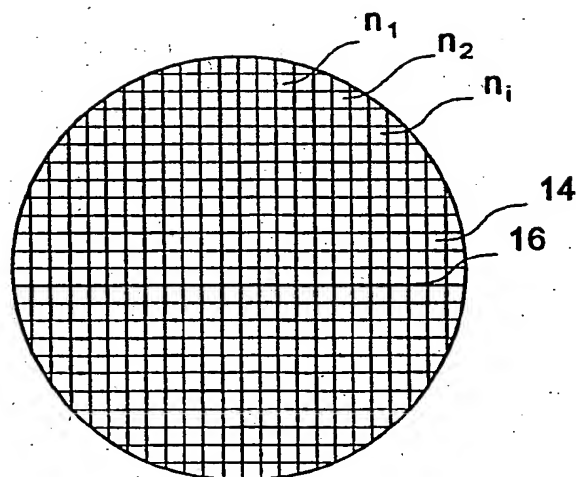
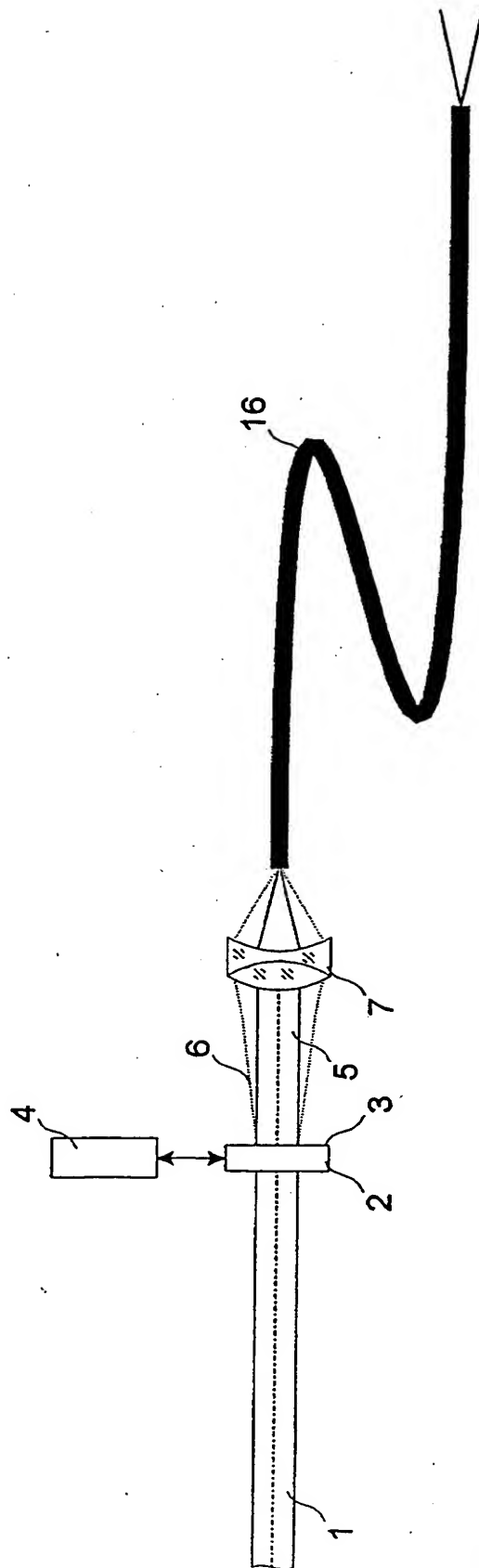


Fig. 5



↑
Lichttrichtung

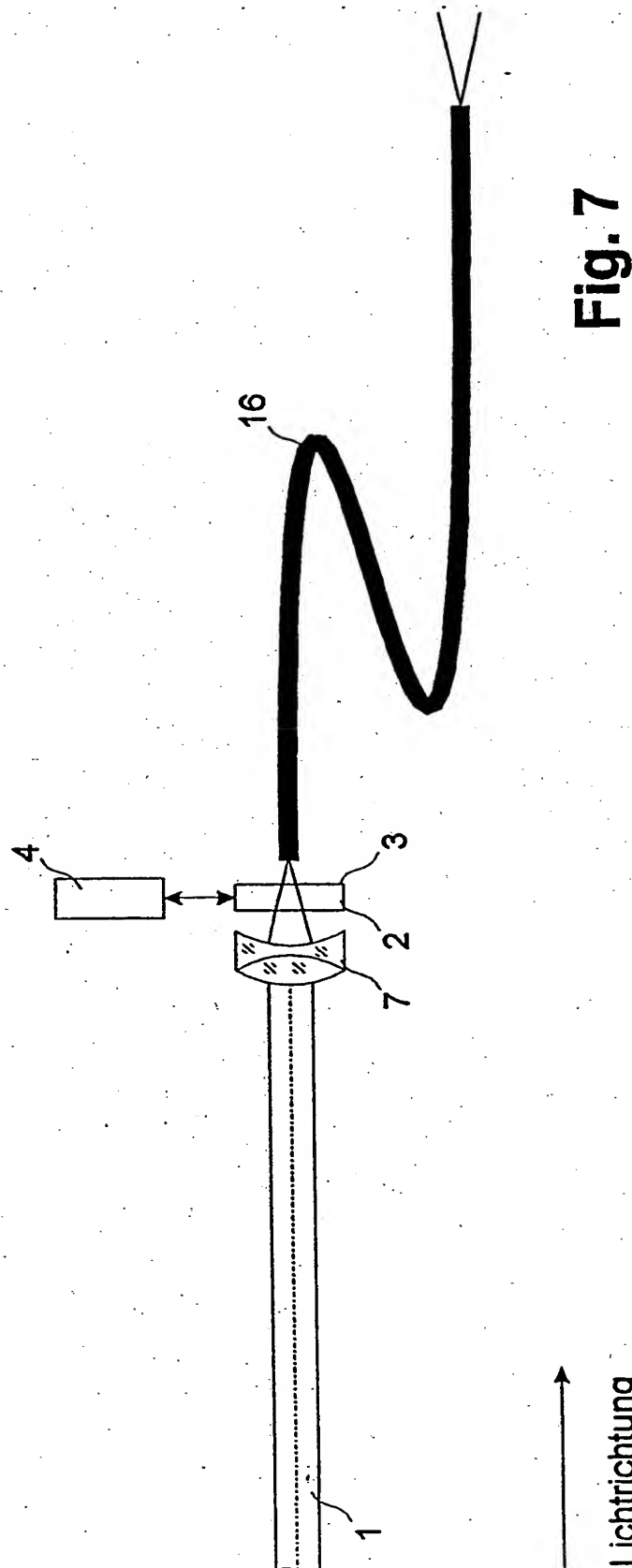


Fig. 8

